

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
18 avril 2002 (18.04.2002)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 02/30647 A2

- (51) Classification internationale des brevets⁷ : **B29C**
- (21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR01/03137
- (22) Date de dépôt international :
11 octobre 2001 (11.10.2001)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :
00/13094 12 octobre 2000 (12.10.2000) FR
- (71) Déposant (*pour tous les États désignés sauf US*) : **CARBOTECH** [FR/FR]; 20, Rue Biron, F-34190 GANGES (FR).
- (72) Inventeur: **BACHMANN, Noémie** (décédé).
- (72) Inventeurs; et
- (75) Inventeurs/Déposants (*pour US seulement*) : **BACHMANN, Marc** [FR/FR]; 20, Rue Biron, F-34190 GANGES (FR). **BACHMANN, Sonia** [FR/FR]; 20, Rue Biron, F-34190 GANGES (FR). **BACHMANN, Marc** (héritier de l'inventeur décédé) [FR/FR]; 20, Rue Biron, F-34190 GANGES (FR). **BACHMANN, Sonia** (héritière de l'inventeur décédé) [FR/FR]; 20, Rue Biron, F-34190 GANGES (FR).
- (74) Mandataires : **PORTAL, Gérard** etc.; CABINET BEAU DE LOMENTIE, 158 rue de l'Université, F-75340 PARIS CEDEX 07 (FR).
- (81) États désignés (*national*) : AE, AG, AL, AM, AT, AU (modèle d'utilité), AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, CZ (modèle d'utilité), DE, DE (modèle d'utilité), DK, DK (modèle d'utilité), DM, DZ, EC, EE, EE (modèle d'utilité), ES, FI, FI (modèle d'utilité), GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SK (modèle d'utilité), SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.
- (84) États désignés (*régional*) : brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- Publiée :
— *sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport*
- En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.*

(54) Title: COMPOSITE MATERIAL, METHOD FOR MAKING SAME AND USES THEREOF

(54) Titre : MATERIAU COMPOSITE, SON PROCEDE DE FABRICATION ET SES UTILISATIONS

(57) Abstract: The invention concerns a composite material, the method for making same and uses thereof. The inventive composite material is of the type comprising fibre bundles whereof the fibres impregnated with non-cured resin are enclosed in a sheath maintaining them and compressing them to the desired shape, the sheath being made of a flexible and closed material. The invention is particularly applicable for making bra stays or prosthetic, in particular dental, elements.

(57) Abrégé : L'invention concerne un matériau composite, son procédé de fabrication et ses utilisations. Le matériau composite de l'invention est du type composite fibré dont les fibres imprégnées de résine non durcie sont enveloppées dans une gaine les maintenant et les comprimant à la forme voulue, la gaine étant en un matériau souple et fermée. L'invention trouve application en particulier pour la fabrication d'armatures de soutien-gorge ou d'éléments prothétiques, notamment dentaires.

WO 02/30647 A2

Matériau composite, son procédé de fabrication et ses utilisations

L'invention concerne un matériau composite, un procédé de fabrication de ce matériau composite ainsi que l'utilisation de ce matériau composite pour la fabrication d'éléments prothétiques, notamment dentaires et pour la fabrication d'armatures de soutiens-gorge. Elle concerne également un procédé de fabrication d'éléments prothétiques, notamment dentaires et un dispositif pour la fabrication d'éléments prothétiques, notamment dentaires.

Les matériaux dits matériaux composites sont des matériaux dont la matrice est une résine polymérisable, comportant des charges minérales de verre, de quartz ou de céramique sous forme de particules de formes et de tailles variées. Une classe particulière des matériaux composites est la classe des matériaux composites dits fibrés. Les matériaux composites fibrés sont également constitués d'une matrice de résine polymérisable mais la charge est constituée non de particules de formes et de tailles diverses, mais de fibres, sous forme de fils discontinus ou, mieux, continus, tissés, tressés ou unidirectionnels.

Les matériaux composites fibrés ou non fibrés sont utilisés dans de nombreux domaines de l'industrie en raison de leur résistance mécanique et de leur faible poids.

Par exemple, dans l'industrie chimique, il est nécessaire de fabriquer de nombreuses pièces en matériaux composites en raison de leurs excellentes résistances mécanique, chimique etc.

Par ailleurs, en dentisterie, la tendance actuelle est de supprimer l'emploi de métal afin d'éviter les problèmes liés à la corrosion due aux courants galvaniques que les métaux et leurs alliages peuvent engendrer.

C'est ainsi que les matériaux composites à matrice en résine polymérisable comprenant des charges minérales de verre, quartz ou de céramique sous forme de particules de formes et de tailles variées et non sous la forme de fibres sont des alternatives intéressantes sur les plans esthétique, fonctionnel et économique, aux reconstructions dentaires en métal précieux ou non précieux recouvert ou non de céramique pure.

Cependant, ces matériaux composites à matrice en résine polymérisable comportant des charges minérales de formes et de tailles diverses, appelés ci-après également matériaux composites cosmétiques, doivent être assez solides pour résister aux forces qu'ils supportent pendant la fonction masticatoire. C'est

pourquoi il est nécessaire de créer une armature rigide sur laquelle les matériaux composites cosmétiques sont ensuite appliqués et à laquelle ils adhèrent.

Cette armature qui a un rôle de renfort mécanique est, quant à elle, fabriquée en les matériaux composites dits fibrés décrits ci-dessus.

5 De plus, dans le domaine de la lingerie féminine, les soutiens-gorge dits à armatures comprennent des bonnets comportant une armature métallique.

Cependant, les armatures métalliques des bonnets se tordent au lavage, rouillent, transpercent les tissus, perdent leur élasticité avec le temps et se cassent par fatigue du métal.

10 Ainsi, depuis de nombreuses années, les fabricants de soutiens-gorge désirent remplacer ces armatures en métal par des armatures en d'autres matériaux ne présentant pas ces inconvénients.

A l'heure actuelle, on utilise les matériaux composites dits fibrés sous la forme de fibres tissées ou tressées, qui sont déjà pré-imprégnées de résine polymérisable non polymérisée ou qui peuvent être noyées dans la résine polymérisable non polymérisée au moment de leur utilisation : ils sont mis à la
15 forme désirée puis la résine est durcie (polymérisée) soit par la chaleur lorsqu'il s'agit d'une résine thermodurcissable, soit par une irradiation lumineuse quand il s'agit d'une résine photopolymérisable ou dans certains cas par les deux.

20 Ces produits imprégnés de résine présentent plusieurs inconvénients :

– ils se présentent comme des mèches de fibres ou de nappes de tissus imprégnées d'une résine non polymérisée qui a la consistance du miel. Leur manipulation est donc difficile car l'ensemble est poisseux, pâteux, collant, difficile à mettre en œuvre,

25 – quand on les manipule, les fibres s'écartent, glissent les unes sur les autres, et l'ensemble perd de sa cohésion ce qui rend les propriétés mécaniques de l'objet obtenu aléatoires et non reproductibles, et

– la polymérisation de certaines résines est inhibée au contact de l'air, au cours de la polymérisation de l'objet à obtenir, ce qui résulte en la formation d'une
30 couche superficielle (celle qui est au contact de l'air, lors de la polymérisation) de résine non polymérisée d'aspect visqueux et collant à la surface de la pièce finale obtenue après durcissement du matériau composite. Cette couche de résine non polymérisée même très fine doit être éliminée, par exemple par meulage, jusqu'à atteindre la résine polymérisée qui doit être ensuite repolie, ce qui entraîne des
35 étapes de fabrication supplémentaires de l'objet à obtenir.

Mais surtout, la fabrication de pièces courbes, ou de formes compliquées en ces matériaux composites fibrés demande à l'heure actuelle un outillage spécifique et très coûteux qui ne peut être mis en œuvre que pour des séries importantes. Plus particulièrement, il est difficile et très coûteux à l'heure actuelle
5 d'obtenir des pièces courbes compliquées telles que des ressorts.

En effet, à l'heure actuelle, la fabrication de profils courbes en composites thermodurcissables se fait par la méthode de pultrusion courbe appelée "pull forming" qui permet de fabriquer des formes simples avec un outillage spécifique étudié pour une forme particulière et est très coûteuse et ne peut être mise en
10 œuvre que pour des séries importantes.

La méthode de pultrusion est un procédé consistant à extruder avec traction les fibres imprégnées de résine à la forme voulue.

Cependant par cette méthode, les formes complexes telles que des ressorts ne peuvent être obtenues.

15 On connaît également la technique du moulage en sac ou "bag molding" qui consiste à enfermer des nappes de fibres tissées ou non tissées imprégnées de résine polymérisable entre deux feuilles de polyéthylène, ou une autre matière polymérique, puis à les presser dans un moule pour obtenir une pièce unitaire. Cependant là encore cette technique très largement employée ne permet pas de
20 réaliser des profils courbes tels que des ressorts. Dans ce qui précède et dans ce qui suit, les termes "polymérisables" et "durcissables" ainsi que leurs dérivés et variantes grammaticales seront indifféremment employés pour désigner le durcissement de la résine.

L'invention vise à pallier les inconvénients de l'art antérieur en fournissant
25 un matériau composite dit composite fibré qui permet la réalisation de pièces de formes courbes les plus complexes, aux propriétés mécaniques constantes et reproductibles tout au long de la pièce, industriellement ou à la demande, et dont la manipulation est aisée.

A cet effet l'invention propose un matériau composite du type comprenant
30 des fibres imprégnées d'une résine durcissable par application d'au moins une contrainte caractérisé en ce que :

– les fibres sont sous la forme de fibres sensiblement unidirectionnelles parallèles, ou de mèches ou de torsades ou de tresses ou de rubans tissés ou non tissés, ou de plaques de fibres tissées ou non tissées,

- les fibres imprégnées de résine non durcie sont enveloppées dans une gaine maintenant en place et comprimant les fibres imprégnées de résine et donnant et maintenant la forme voulue aux fibres imprégnées de résine,
- la gaine est en un matériau souple pour permettre la mise en forme de la gaine contenant les fibres imprégnées de résine non durcie à la forme de l'objet à obtenir, et
- la gaine est fermée après introduction des fibres et de la résine

De préférence les fibres sont sélectionnées dans le groupe consistant en les fibres de verre, les fibres de quartz, les fibres de silice, les fibres d'aramide, les fibres de kevlar, les fibres de polyéthylène, les fibres de carbone, et les mélanges de celles-ci.

Les fibres particulièrement préférées sont les fibres de verre à base d'oxyde de zirconium.

Dans ce cas, le verre constituant les fibres contient entre 16,8 % et 17,1 % en poids d'oxyde de zirconium par rapport au poids total du verre.

Selon une caractéristique du matériau composite de l'invention, la résine durcissable est une résine durcissable par application de chaleur et/ou de lumière.

Une résine durcissable particulièrement préférée est la résine Bis-GMA.

Avantageusement, le matériau composite de l'invention contient entre 40 % et 80 % en volume de fibres par rapport au volume total des fibres et de la résine polymérisable.

Quant à la gaine, elle est de préférence en un matériau polymérique transparent. Elle peut également être en un matériau polymérique résistant à une température supérieure à environ 100°C. De préférence, la gaine sera en un matériau polymérique étanche à l'air.

Dans un mode de réalisation préféré, la gaine est en un matériau polymérique thermorétractable.

Avantageusement, le matériau composite de l'invention sera de plus enveloppé dans un emballage en un matériau étanche à la lumière.

Le matériau composite de l'invention pourra être utilisé pour la fabrication d'éléments prothétiques, notamment dentaires.

Dans ce cas, un procédé de fabrication avantageux selon l'invention pour la fabrication de ces éléments prothétiques, notamment dentaires, comprend les étapes de :

- a) mise en forme du matériau composite selon l'invention, dans sa gaine, à la forme de l'élément prothétique à obtenir,
- b) durcissement de la résine par application de la (les) contrainte(s) appropriée(s),
- c) enlèvement de la gaine, et
- 5 d) optionnellement, usinage de l'élément prothétique ainsi obtenu.

Un autre procédé selon l'invention de fabrication d'éléments prothétiques, notamment dentaires, comprend les étapes de :

- a) placement de l'empreinte de l'élément prothétique à obtenir sur un axe rotatif,
- b) coupe d'au moins une extrémité de la gaine du matériau composite de
10 l'invention,
- c) enroulement, sur l'empreinte de l'élément prothétique à obtenir, des fibres imprégnées de résine sortant de l'extrémité coupée de la gaine, par rotation de l'axe rotatif, jusqu'à obtention de la forme voulue de l'élément prothétique obtenir,
- 15 d) durcissement de la résine par application de la (les) contrainte(s) appropriée(s), sur l'empreinte,
- e) séparation de l'élément prothétique ainsi obtenu et de l'empreinte,
- f) enlèvement de la gaine, et
- g) optionnellement, usinage de l'élément prothétique ainsi obtenu.

20 L'invention propose également un dispositif pour la fabrication d'éléments prothétiques, notamment dentaires caractérisé en ce qu'il comprend :

- un socle support supportant une barre horizontale, cette barre étant mobile d'avant en arrière et de gauche à droite sur le support et pouvant être fixée en place sur ce support,
- 25 – une première barre verticale, fixée à son extrémité inférieure, par une vis de serrage, à une première extrémité de la barre horizontale, et mobile par rapport à cette barre horizontale de gauche à droite et d'avant en arrière, et pouvant être immobilisée sur cette barre horizontale par la vis de serrage, cette première barre verticale supportant à son extrémité supérieure, un dispositif permettant la mise en
30 rotation de l'axe rotatif qui lui est fixé, l'axe rotatif étant dans le prolongement du dispositif et étant muni d'un mors pour la fixation de façon amovible de l'empreinte de l'élément prothétique à obtenir, sur l'axe de rotation,
- une seconde barre verticale, fixée à son extrémité inférieure par une vis de serrage, à la seconde extrémité de la barre horizontal précédemment citée, et
35 mobile par rapport à celle-ci de gauche à droite et d'avant en arrière et pouvant

être immobilisée sur cette barre horizontale par la vis de serrage, cette seconde barre verticale supportant à son extrémité supérieure un dispositif à roulement à billes recevant un axe horizontal en rotation libre dans le dispositif, cet axe horizontal portant, à son extrémité faisant face à l'axe rotatif supporté par la première barre verticale, une plaque butoir perpendiculaire à l'axe horizontal et à son autre extrémité un dispositif de blocage permettant le blocage de l'axe horizontal mobile d'avant en arrière dans le dispositif à roulement à billes, à la position voulue,

- la plaque butoir et l'axe rotatif étant alignés pour permettre le positionnement entre eux de l'empreinte de l'élément prothétique à obtenir.

La plaque butoir permettant le blocage de l'axe horizontal mobile d'avant en arrière dans le dispositif à roulement à billes peut avoir diverses formes. Elle est de préférence amovible. Ainsi la plaque butoir peut être une plaque à faces parallèles.

- La plaque butoir permettant le blocage de l'axe horizontal mobile d'avant en arrière dans le dispositif à roulement à billes pourra également être munie d'un cône de centrage et de positionnement, pour permettre le positionnement de l'empreinte de l'élément prothétique à obtenir et est amovible.

Elle peut également avoir la forme d'un cône tronqué.

- Elle peut avoir la forme d'une demi-sphère.

Dans tous les modes de réalisation, la plaque butoir est de préférence en un matériau élastiquement déformable et/ou non adhérent aux fibres et/ou non adhérent à la résine non polymérisée.

- De la même façon, le mors permettant la fixation de façon amovible de l'empreinte de l'élément prothétique à obtenir pourra avoir diverses formes.

Ainsi, le mors peut être un dispositif permettant l'engagement en serrement de la surface externe totale d'une extrémité de l'empreinte.

Il peut également être un dispositif permettant le serrage d'une extrémité de l'empreinte sur une partie seulement de sa surface.

- Il peut encore être un dispositif en forme de cône, l'extrémité pointue du cône s'engageant en serrement dans une portion de l'extrémité de l'empreinte.

De préférence, le mors sera amovible et muni d'une vis de serrage pour sa fixation et son blocage sur l'axe rotatif.

- Le matériau composite de l'invention peut également être utilisé pour la fabrication d'armatures de soutiens-gorge.

L'invention concerne donc ainsi des armatures de soutiens-gorge caractérisées en ce qu'elles sont constituées du matériau composite de l'invention, durci.

L'invention concerne encore un procédé de fabrication du matériau composite de l'invention caractérisé en ce qu'il comprend l'étape d'introduction par
5 extrusion sous pression de fibres imprégnées d'une résine durcissable non durcie dans une gaine et le scellement des extrémités ouvertes de la gaine par agrafage ou thermosoudage.

Un procédé de fabrication du matériau composite de l'invention
10 particulièrement préféré est caractérisé en ce qu'il comprend les étapes de :

- a) introduction, dans une extrémité d'une gaine longitudinale, d'une portion de tube rigide creux ayant une section externe sensiblement égale à la section interne de la gaine, l'autre portion du tube rigide creux sortant de la gaine,
- b) fixation du tube creux dans la gaine par tout moyen approprié,
- 15 c) introduction, dans la gaine, d'un fil rigide et résistant à la traction, ce fil ayant une section lui permettant de coulisser librement dans la gaine et ayant une longueur supérieure à la longueur de la gaine et sortant aux deux extrémités de celle-ci,
- d) fixation de l'extrémité libre du fil rigide sortant du tube rigide à une extrémité
20 du faisceau de fibres à introduire dans la gaine,
- e) imprégnation des fibres, avant leur entrée dans la gaine avec la résine durcissable non durcie,
- f) introduction des fibres imprégnées de résine durcissable non durcie dans la gaine par traction sur l'extrémité libre du fil sortant de la gaine,
- 25 g) coulisement, le long de la gaine, pendant l'introduction des fibres de résine, d'un élément creux dont la forme et les dimensions internes correspondent à la forme et aux dimensions externes à obtenir pour le matériau composite non durci, dans sa gaine.

De préférence, la gaine est en un matériau thermorétractable et elle est
30 chauffée après l'introduction des fibres imprégnées de résine et avant, en même temps ou après l'étape de mise à la forme voulue par coulisement de l'élément creux.

L'invention sera mieux comprise et d'autres buts, caractéristiques, détails et avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement au cours de la description

explicative qui va suivre qui est faite en référence aux figures annexées dans lesquelles :

- la figure 1 représente une vue en coupe d'un premier mode de réalisation du matériau composite de l'invention,
- 5 – la figure 2 représente une vue de dessus du matériau composite de l'invention selon un second mode de réalisation,
- la figure 3 représente une vue en coupe, selon l'axe III-III, du matériau composite de l'invention représenté en figure 2,
- la figure 4 représente schématiquement une vue en coupe d'un premier élément
- 10 prothétique dentaire obtenu avec le matériau composite de l'invention,
- la figure 5 représente une vue schématique en coupe d'un second élément prothétique obtenu avec le matériau composite de l'invention,
- la figure 6 représente une vue schématique en coupe d'un troisième élément prothétique dentaire obtenu avec le matériau composite de l'invention,
- 15 – la figure 7 représente un premier mode de mise en œuvre du matériau composite de l'invention,
- la figure 8 représente l'élément prothétique obtenu par la mise en œuvre du matériau composite de l'invention comme représenté en figure 7,
- la figure 9 représente la première étape de fabrication d'un renfort en matériau
- 20 composite selon l'invention,
- la figure 10 représente une étape intermédiaire dans la fabrication du renfort en matériau composite selon l'invention dont la première étape est représentée en figure 9,
- la figure 11 représente schématiquement le dispositif de l'invention pour
- 25 fabriquer un élément prothétique avec le matériau composite de l'invention,
- la figure 12 représente schématiquement une première variante de la plaque butoir du dispositif de l'invention,
- la figure 13 schématiquement représente une seconde variante de la plaque butoir du dispositif de l'invention,
- 30 – la figure 14 représente schématiquement un autre moyen de mise en œuvre du matériau composite de l'invention pour la fabrication d'éléments prothétiques,
- la figure 15 représente encore un autre mode de mise en œuvre du matériau composite de l'invention, pour la fabrication d'un élément prothétique dentaire,
- la figure 16 représente schématiquement un procédé de fabrication de matériau
- 35 composite de l'invention,

- la figure 17 représente schématiquement un procédé de fabrication du matériau composite de l'invention,
- la figure 18 représente schématiquement une troisième variante de la plaque butoir du dispositif de l'invention,
- 5 - la figure 19 représente schématiquement une quatrième variante de la plaque butoir du dispositif de l'invention,
- la figure 20 représente schématiquement une première variante du mors du dispositif de l'invention,
- la figure 21 représente schématiquement une seconde variante du mors du
- 10 dispositif de l'invention, et
- la figure 22 représente schématiquement une troisième variante du mors du dispositif de l'invention.

L'invention résout les problèmes des matériaux composites de l'art antérieur en proposant un matériau composite de manipulation aisée, dans lequel
15 les fibres forment un ensemble homogène, ce qui permet d'obtenir un objet ayant des propriétés mécaniques homogènes et également toutes formes d'objets possibles.

En effet, comme on le voit en figure 1, le matériau composite de l'invention est constitué de fibres 1 sensiblement unidirectionnelles et parallèles
20 ou sous forme de mèches ou de torsades ou de tresses ou de rubans tissés ou non tissés, imprégnées de résine 2 durcissable et non durcie et enveloppées dans une gaine 3 maintenant l'ensemble fibres plus résine à la forme voulue. Les fibres 1 et la résine 2 forment, dans leur gaine 3, un ensemble homogène qui lorsque manipulé ne perd pas son homogénéité grâce à la gaine 3 qui empêche les fibres
25 de s'écarter et de glisser les unes sur les autres. De plus, la manipulation du matériau composite de l'invention est aisée car le contact avec la résine 2 non durcie n'est plus collant.

Ainsi, le matériau composite de l'invention permet d'obtenir un objet dont les propriétés mécaniques sont homogènes et reproductibles. Les formes les plus
30 complexes voulues peuvent être obtenues avec reproductibilité et fiabilité.

La gaine 3 enveloppant les fibres imprégnées de résine est en un matériau souple afin de permettre de mettre le matériau composite de l'invention, avant durcissement, à toutes les formes voulues d'objets.

Bien évidemment, la gaine 3 sera fermée à ses extrémités de façon à
35 empêcher les fibres 1 et la résine 2 non durcie de sortir de la gaine 3 pendant la

manipulation du matériau composite de l'invention et également de conserver l'homogénéité de l'ensemble fibres 1 plus résine 2 lors de sa manipulation et de son durcissement postérieur.

Les fibres 1 pourront être tous types de fibres qui sont adaptées pour
5 obtenir les propriétés mécaniques, optiques, et élastiques et autres de l'objet à obtenir.

La résine 2 sera une résine durcissable par application d'au moins une contrainte afin de permettre de figer la forme de l'objet à obtenir, par application de la contrainte appropriée.

10 La résine 2 pourra donc être une résine thermodurcissable, c'est-à-dire durcissable par application de chaleur. Elle pourra également être une résine photodurcissable, c'est-à-dire durcissable par application de lumière. Enfin, elle pourra être à la fois photo- et thermo-durcissable.

Lorsque la résine est une résine photodurcissable, la gaine 3 sera en un
15 matériau transparent à la lumière de la longueur d'onde appropriée. Lorsque la résine 2 est une résine thermodurcissable, la gaine 3 sera en un matériau résistant à la température de durcissement de la résine. Comme on l'a déjà expliqué dans ce qui précède et dans tout ce qui suit, les termes durcissement et polymérisation ainsi que leurs variantes grammaticales seront utilisés indifféremment et
20 signifieront le durcissement de la résine 2. Dans le cas des résines photo- et thermo-durcissables, la gaine 3 sera en un matériau à la fois transparent à la lumière de la longueur d'onde appropriée et résistant à la température de durcissement de la résine.

Alors qu'en figure 1 le matériau composite de l'invention est représenté
25 comme composé de fibres sensiblement longitudinales imprégnées de résine, les figures 2 et 3 représentent un autre mode de réalisation du matériau de l'invention.

Comme on le voit en figure 2, le matériau composite de l'invention peut également être sous la forme de plaques de fibres tissées ou non tissées, imprégnées de résine, de forme rectangulaire, ronde, ovale, etc. qui sont
30 enveloppées dans la gaine 3, la gaine 3 épousant parfaitement la forme des plaques. Là également, la gaine 3 est fermée sur les bords. Les fibres 1, la résine 2 et la gaine 3 auront les mêmes propriétés que dans le cas des fibres sensiblement longitudinales décrites précédemment. La figure 2 représente une vue du dessus du matériau composite de l'invention sous forme de plaques alors que la figure 3
35 représente une vue en coupe du matériau composite de l'invention comprenant une

plaque de fibres 1 tissées ou non tissées imprégnées de résine 2 durcissable et non durcie et enveloppées dans une gaine 3 fermée sur les bords.

Dans tous les modes de réalisation du matériau composite de l'invention, lorsque la résine 2 est une résine durcissable par la lumière, le matériau composite
5 de l'invention est de plus enveloppé dans un emballage opaque à la lumière, pour éviter tout durcissement de la résine lors de son stockage et/ou de son transport. Un tel emballage est, par exemple, un sachet en aluminium.

De plus, comme on l'a vu, certaines résines étant sensibles à l'oxydation et subissant alors une inhibition de leur aptitude à la polymérisation, la gaine 3 sera
10 de préférence en un matériau étanche à l'oxygène pour éviter toute oxydation pendant le transport ou le stockage du matériau composite de l'invention.

Bien que la variété d'objets et d'utilisations du matériau composite de l'invention soit très étendue et que celui-ci puisse être utilisé dans tous les domaines de l'industrie, un premier domaine préféré d'utilisation du matériau
15 composite de l'invention est pour la fabrication d'éléments prothétiques, notamment dentaires.

En effet, ces éléments prothétiques doivent être fabriqués à la demande et ne peuvent pas être fabriqués d'une manière industrielle.

Pour la fabrication d'éléments prothétiques dentaires, les fibres préférées
20 entrant dans la composition du matériau composite de l'invention sont des fibres de verre, des fibres de quartz, des fibres de silice, des fibres d'aramide, des fibres de kevlar, des fibres de polyéthylène, des fibres de carbone et des mélanges de celles-ci.

De préférence, on utilisera des fibres de verre car elles ont l'avantage, en
25 particulier par rapport aux fibres de carbone, d'avoir une couleur plus proche de la couleur de la dent naturelle. En effet, les fibres de verre sont de couleur blanc cassé ce qui les rend particulièrement adaptées pour un usage dentaire.

Les fibres de verre particulièrement préférées pour la fabrication d'éléments prothétiques, notamment dentaires, sont des fibres de verre faites à
30 partir d'un verre à base d'oxyde de zirconium. En effet, de telles fibres de verre sont radio-opaques, c'est-à-dire visibles sur une radiographie dentaire.

Un verre préféré est un verre dont les produits de départ incluent de l'oxyde de zirconium, l'oxyde de zirconium étant fondu en même temps que les autres composants du verre lors de la fabrication du verre qui est ensuite lui-même
35 transformé en fibres.

Ainsi, les fibres utilisées de préférence dans l'invention sont des fibres fabriquées à partir d'un verre contenant entre 16,8 % et 17,1 % en poids d'oxyde de zirconium par rapport au poids total du verre.

Ces fibres de verre grâce à leur teneur en oxyde de zirconium sont
5 particulièrement adaptées à l'usage dentaire.

En effet, la salive fait de la cavité buccale un milieu plus corrosif que l'air marin, qui est le milieu de référence pour les tests de résistance à la corrosion des produits industriels.

Chez un même individu, le pH salivaire peut être alternativement acide ou
10 basique. Tout objet en contact permanent avec la salive se trouve dans un milieu humide à 100 %, à la température de 37°C, et est soumis à un phénomène de corrosion par hydrolyse. De plus, ce milieu contient des bactéries aérobies et anaérobies capables de sécréter toutes sortes de substances alcanes, cétones, et autres qui sont elles aussi des agents de corrosion.

15 Les fibres de verre contenant de l'oxyde de zirconium sont préférées dans le matériau composite de l'invention, car elles présentent une grande résistance aux agents acides et alcalins en raison de leurs proportions en oxyde de zirconium. Cette résistance est de l'ordre de 10 fois supérieure à celle d'une fibre de verre ne contenant pas d'oxyde de zirconium. Elles présentent également une meilleure
20 résistance à l'hydrolyse en milieu humide, et par ailleurs de meilleures propriétés mécaniques, en particulier une meilleure résistance à la fatigue ce qui les rend particulièrement adaptées pour une utilisation pour la fabrication de renfort dentaire.

Enfin, ces fibres de verre enrichies à l'oxyde de zirconium ont un diamètre
25 moyen de 14 à 20 µm et possèdent la propriété de se désagréger en micro-particules mais tout en gardant une taille supérieure à 3 µm lorsqu'elles sont meulées par usinage ou attaquées par hydrolyse, ce qui les rend non inhalables (non respirables). Ceci est très important pour un matériau destiné à rester dans la bouche pendant des années et également pour la santé des professionnels qui
30 doivent travailler, usiner et meuler les pièces obtenues avec le matériau composite de l'invention.

Des fibres particulièrement appropriées sont celles vendues sous la marque "Cem-FIL® Fibres" par la société VETROTEX, une filiale de la société Saint-Gobain.

La résine 2 utilisée pour le matériau composite de l'invention est toute résine durcissable par application d'au moins une contrainte.

De préférence, cette contrainte sera de la chaleur ou de la lumière que ce soit visible, infrarouge ou UV.

5 Il pourra également s'agir d'une résine à la fois photopolymérisable et therm durcissable. Une résine 2 appropriée dans le cadre du matériau composite de l'invention est choisie parmi les résines époxy, polyester, vinylester qui sont des résines therm durcissables ou les résines polyméthacrylate ou diuréthane qui sont des résines photo- et thermo- durcissables ou des dérivés de celles-ci.

10 La résine 2 a de préférence avoir une viscosité comprise entre 400 et 800 centipoises. La viscosité peut être ajustée par l'adjonction de charges telles que des micro- ou macro-particules de quartz, de verre de baryum, de céramique ou autres, de tailles comprises entre 0,3 et 10 μm .

Le module d'élasticité ou module de Young de cette résine sera compris
15 entre 30 Gpa et 150 Gpa.

Une résine préférée pour la fabrication de prothèses dentaires est une résine Bis-GMA. Celle-ci est utilisée en dentisterie pour le scellement prophylactique des puits et fissures et est désignée sous le nom de "flowable composite". Elle est vendue sous les marques "HELIOSEAL F" de Vivadent ou
20 CONCISE WHITESEALANT de 3M.

Le choix de cette résine se justifie pour au moins deux raisons.

La première raison est que la résine Bis-GMA a la même nature chimique que la résine du matériau composite cosmétique qui lui sera jointe. Cela permet un collage chimique entre elles, c'est-à-dire une fusion des deux matériaux, ce qui
25 élimine les problèmes de décoalescence entre ces matériaux.

La seconde raison est que la résine Bis-GMA se rétracte lors de sa prise (durcissement). Plus le volume de résine est important, plus le retrait est important.

Ce retrait était considéré jusqu'à présent comme le handicap majeur des
30 composites d'obturation qui, après durcissement, diminuent de volume avec formation d'espaces entre le composite et les bords de la cavité qui les renferme, d'où infiltration salivaire et reprise de caries possibles.

Dans le cas du matériau composite de l'invention, ce retrait à la prise est un avantage car cela va favoriser le glissement et le dégagement de la pièce durcie
35 hors de sa gaine lorsqu'on voudra les séparer.

Dans ce but, le volume de fibres dans le renfort sera de préférence avantageusement compris entre 40 et 80 % en volume par rapport au volume total fibres plus résine. De préférence et le plus avantageusement, le volume de résine dans le matériau composite sera de 40 à 50 %.

5 L'élément prothétique dentaire obtenu doit avoir les propriétés mécaniques minimales suivantes :

- résistance à la flexion : plus de 1000 Mpa,
- module de flexion : plus de 40 Gpa.

La gaine du matériau composite de l'invention est une gaine en un
10 matériau polymérique souple et apte à être mis à la forme voulue. Parmi les matériaux polymériques utilisables, on citera les polyoléfines, le polychlorure de vinyle, le polyéthylène, le polypropylène, les silicones, les caoutchoucs siliconés, etc. Comme on l'a dit, de préférence, la gaine 3 est étanche à l'air et, pour un usage avec une résine thermodurcissable, résiste à la température de durcissement de la
15 résine.

Généralement, la gaine devra résister à une température supérieure à 100°C, de préférence supérieure à 140°C.

Lorsque la résine 2 est photodurcissable, la gaine est transparente à la lumière de la longueur d'onde appropriée.

20 L'aptitude du matériau composite de l'invention à être mis en forme dans sa gaine sera déterminée par le choix du matériau polymérique composant la gaine ainsi que de l'épaisseur de la gaine. Cependant, l'épaisseur de la gaine doit être suffisante pour ne pas se rompre lors de la mise en forme des éléments prothétiques à obtenir. A cet effet, de préférence, la gaine a une épaisseur
25 comprise entre 0,2 mm et 1,5 mm.

Avantageusement, la gaine sera thermorétractable ce qui a pour avantage de comprimer et condenser le matériau composite lors de sa polymérisation (durcissement), optimisant ainsi les propriétés mécaniques de l'élément prothétique obtenu. Les gaines thermorétractables préférées sont en un matériau
30 polyoléfine modifiée, polyoléfine irradiée, silicone, polytétrafluoréthylène (PTFE), ou polypropylène.

D'une manière générale, la gaine sera en une matière polymérique telle que le polyvinyle, le polychlorure de vinyle (PVC), le polyéthylène, le polypropylène, le polyuréthane, une polyoléfine, le polyéthylène téréphtalate (PET), le

polytetrafluoroéthylène (PTFE, téflon), un caoutchouc siliconé, un élastomère, une silicone et leurs dérivés.

Le matériau composite de l'invention est donc constitué de fibres 1 imprégnées de résine 2 durcissable et non durcie, introduites dans une gaine 3 en un matériau souple apte à être mis en forme. Ce matériau composite fibré est introduit dans la gaine 3, par exemple par extrusion sous pression, afin d'obtenir un produit exempt de bulles d'air et aux proportions de résine et de fibres constantes. La résine doit être non polymérisée (non durcie) et à cet effet, la gaine sera, comme décrit ci-dessus et selon la nature de la résine, transparente à la lumière de longueur d'onde désirée et/ou résistante à la température de durcissement de la résine.

De plus, lorsque la résine est une résine dont la polymérisation est inhibée par une oxydation par contact avec l'air, et cela est le cas pour la résine Bis-GMA préférée, en particulier pour une utilisation dans l'art dentaire, la gaine protégera la résine d'un tel contact avec l'air. En effet, la polymérisation de la résine a lieu alors que le matériau composite fibré est dans sa gaine. Il n'y a pas alors de contact avec l'air pendant la polymérisation de la résine.

Afin d'éviter toute oxydation et toute sortie du matériau composite, la gaine sera fermée aux deux extrémités par thermosoudage ou agrafage mécanique et mise à la longueur désirée. Lorsqu'il s'agit d'un matériau composite ayant la forme d'une plaque, la gaine sera thermosoudée selon la forme désirée puis découpée à sa périphérie, comme représenté en figure 3.

Afin d'éviter un pré-durcissement (pré-polymérisation) de la résine lors du stockage ou du transport du matériau composite de l'invention, le matériau composite de l'invention dans sa gaine sera de plus emballé dans un emballage opaque à la lumière. Un matériau approprié pour cet emballage est par exemple de l'aluminium.

Comme on l'a déjà dit, le matériau composite de l'invention trouve plus particulièrement utilisation dans l'art dentaire, dans les domaines de l'endodontie, de la prothèse, de l'orthodontie et de la parodontologie.

Il peut en particulier servir à la fabrication d'attelles de contention en orthodontie ou en parodontologie, d'armatures de couronnes ou de bridges en matériau composite en prothèse conjointe, de renfort, de reconstitution coronoradiculaire (dits tenons-posts) en dentisterie restauratrice.

Cependant, bien évidemment le matériau composite pourra être utilisé pour fabriquer des éléments prothétiques autres que dentaires, comme cela apparaîtra à celui spécialisé dans l'art.

Un autre domaine d'application du matériau composite de l'invention est la
5 fabrication de pièces résistantes en atmosphère corrosive, comme dans le domaine de l'industrie chimique. Le matériau composite de l'invention pourra servir à fabriquer des pièces de formes courbes, complexes telles que par exemple des ressorts.

Cela sera obtenu par enroulement du matériau composite de l'invention,
10 dans sa gaine, sur un mandrin, ayant les dimensions souhaitées pour le ressort, durcissement de la résine par application de la contrainte appropriée sur le matériau composite dans sa gaine, et séparation du matériau composite durci et du mandrin et, enfin, enlèvement de la gaine.

Un autre domaine d'application particulièrement préféré du matériau
15 composite de l'invention est la fabrication d'armatures de bonnets de soutiens-gorge.

En effet, depuis des années, les fabricants de soutiens-gorge désirent remplacer les armatures en métal des bonnets qui se tordent au lavage, rouillent, transpercent les tissus, perdent leur efficacité avec le temps et se cassent par
20 fatigue du métal.

Les impératifs à respecter sont nombreux : les armatures des bonnets de soutiens-gorge doivent résister aux agents de lavage très corrosifs, résister mécaniquement au lavage de la machine (test de 50 lavages) et ce à 50°C, elles doivent garder la même élasticité dans le temps et être non toxiques et non
25 allergisantes pour la peau.

De plus, il y a 20 tailles par modèle et plus de 50 modèles qui changent avec les nouvelles collections, ce qui exclut de réaliser les armatures de soutiens-gorge par injection en raison du coût des moules.

Par ailleurs, la forme des armatures de bonnets de soutiens-gorge est
30 asymétrique et non emboîtable : on ne peut les découper dans les plaques car cela entraîne des pertes de matière non acceptables.

Le matériau composite de l'invention permet de fabriquer des armatures de manière économique tout en palliant les inconvénients cités ci-dessus des armatures métalliques.

Dans ce cas, les fibres 1 du matériau composite seront choisies parmi les fibres de carbone, les fibres de verre ou les fibres d'aramide, du type kevlar.

La résine 2 sera choisie parmi les résines polyester, vinylester et époxy qui sont thermodurcissables.

5 La gaine 3 sera de préférence en une matière polymérique telle que polyéthylène, le polyéthuréthane, le polypropylène, le PTFE, les silicones ou leurs dérivés. La gaine 3 pourra être transparente ou opaque. De plus, sa couleur pourra être en harmonie avec la couleur du tissu qui la recouvre.

10 Ainsi, pour la fabrication d'armatures de bonnets de soutiens-gorge, le matériau composite de l'invention, dans sa gaine et non durci, sera enroulé sur un mandrin qui a la forme de deux armatures à obtenir face à face. L'enroulement terminé, le mandrin avec le matériau composite à enrouler sera placé dans une enceinte chauffée où le matériau durcit.

15 Le mandrin recouvert du matériau composite durci dans sa gaine est ensuite placé sur un dispositif qui comporte deux scies diamantés qui, par translation, coupe le composite libérant les armatures terminées. Dans ce but, le mandrin comporte deux fentes pour le passage des scies diamantés.

20 Ainsi, avec le matériau composite de l'invention, il est possible de réaliser à un coût très avantageux des armatures de bonnets de soutiens-gorge en un matériau composite ayant toutes les propriétés requises. En effet, avec le matériau composite de l'invention, les mandrins pourront être conçus comme des noyaux fixes qui pourront recevoir les différentes formes à obtenir, ces formes étant amovibles et leur réalisation par mécanosoudure ou par usinage comme décrit ci-dessus étant d'un prix de revient sans commune mesure avec des moules
25 d'injection.

Par ailleurs, les armatures réalisées avec le matériau composite de l'invention n'ont pas besoin d'être peintes, au contraire des armatures métalliques de l'art antérieur, qui étaient peintes pour éviter leur oxydation et corrosion dans les bains de lavage et également pour améliorer le confort de l'utilisatrice.

30 Actuellement, de plus, les extrémités des armatures en métal sont peintes avec une peinture plastique épaisse qui en gomme les aspérités, qui d'ailleurs réapparaissent au fil de l'usage et des lavages et qui peuvent ainsi blesser l'utilisatrice ou déchirer le tissu, lorsque la teinture s'écaille. Ceci est, de plus, pour permettre de différencier les armatures à poser sur le bonnet gauche des
35 armatures à poser sur le bonnet droit, car les extrémités sont enduites de peintures

de couleurs différentes à chaque extrémité afin de les différencier et de pouvoir les distinguer lors du montage dans les bonnets.

Les armatures de soutiens-gorge obtenues avec le matériau composite pourront être de la même façon peintes aux extrémités. Cependant, 5
avantageusement, pour permettre cette distinction entre les armatures gauches et droites, les extrémités des armatures réalisées avec le matériau composite de l'invention seront recouvertes de capuchons en une matière plastique thermorétractable d'une épaisseur de 1 à 2 mm. La matière plastique thermorétractable sera ensuite chauffée pour arrondir les extrémités. Ces 10
capuchons seront bien entendu de couleurs différentes comme désiré.

Ces opérations peuvent être entièrement automatisées et suppriment les opérations de peinture qui représentent un intérêt non seulement économique, mais également du point de vue de la sécurité et de l'environnement car cela évite le dégagement de vapeurs des solvants de peinture.

15 Le matériau composite de l'invention pourra être fabriqué, comme on l'a déjà dit, par introduction des fibres imprégnées de résine dans leur gaine par une extrusion sous pression. L'invention propose cependant un procédé pour introduire les fibre dans leur gaine. Le principe de ce procédé est, comme montré en figure 16, d'introduire les fibres 1 imprégnées de résine dans leur gaine 3 en les 20
tirant dans et à travers la gaine 3 à l'aide d'un tire-fibres noté 40 en figure 16.

De façon plus précise, et comme montré en figure 17, le procédé de fabrication du matériau composite de l'invention consiste à introduire dans une extrémité de la gaine 3, une portion d'un tube rigide creux noté 41 en figure 17, ayant une section externe sensiblement égale à la section interne de la gaine 3, 25
l'autre portion du tube 41, sortant de la gaine 3. Le tube creux 41 est fixé par tout moyen approprié 42 à la gaine 3. Ce moyen de serrage 42 peut être par exemple un collier de serrage. Le tube creux 41 est maintenu en position horizontale par tout moyen approprié 43. La portion du tube 41 sortant de la gaine 3 comprend une ouverture 44 permettant l'introduction de résine 2 dans le tube creux 41. La 30
résine 2 est placée, par exemple, dans un réservoir 45 débouchant par l'ouverture 44 dans le tube 41. Le tire-fibres 40, qui peut être un fil métallique ou en tout autre matériau mais qui permet le guidage et la traction des fibres dans le tube 41 et la gaine 3, est introduit dans le tube 41 et la gaine 3. Le tire-fibres 40 a une section dont les dimensions externes sont inférieures aux dimensions de la section 35
interne de la gaine 3 et du tube 41 pour permettre le déplacement en translation du

tire-fibres 40 dans le tube 41 et la gaine 3. Le tire-fibres 40 a une longueur supérieure à l'ensemble tube 41 et gaine 3. Comme montré en figure 17, le tire-fibres 40 est lié à son extrémité sortant du tube 41 aux fibres 1. Il est ensuite tiré par son extrémité sortant de la gaine 3. Les fibres 1 entrent alors dans le tube 41.
5 Elles sont imprégnées de résine 2 lors de leur passage sous l'orifice 44 et elles pénètrent imprégnées de résine 2 dans la gaine 3 où elles sont tirées jusqu'à la longueur voulue du matériau composite de l'invention. Afin d'obtenir un matériau composite selon l'invention ayant des dimensions régulières et homogènes, la gaine 3 est de plus placée dans un élément creux 45 coulissant sur la gaine ayant
10 une forme et des dimensions internes correspondant à la forme et aux dimensions à obtenir pour le matériau composite de l'invention non durci.

Dans un mode de mise en œuvre préféré du procédé de fabrication du matériau composite de l'invention, la gaine 3 sera en un matériau thermorétractable. En effet, on peut dans ce cas choisir une gaine ayant une
15 section interne de dimensions supérieures à celles du matériau composite à obtenir, ce qui permet une introduction plus facile des fibres imprégnées de résine, grâce au tire-fibres 40, dans la gaine.

La gaine est alors, après introduction des fibres imprégnées de résine et enlèvement du tire-fibres, chauffée par exemple à l'aide d'un appareil soufflant de
20 l'air chaud, avant, ou en même temps, ou après le coulisement de l'élément creux 45. La gaine se rétracte ainsi, aux dimensions et à la forme voulues, sur les fibres imprégnées de résine non polymérisée.

Pour mieux faire comprendre l'objet de l'invention, on va en décrire maintenant à titre d'exemples purement illustratifs et non limitatifs plusieurs
25 modes de mise en œuvre.

EXEMPLE 1 : Fabrication d'attelles de contention par mise en forme directe

30

Le matériau composite de l'invention est ici constitué de fibres longitudinales, unidirectionnelles, parallèles, en verre fabriqué à partir d'oxyde de zirconium tel que le verre vendu sous la marque Cem-FIL® de Saint Gobain. Elles sont imprégnées de résine Bis-GMA. Ces fibres imprégnées de résine sont

contenues et maintenues, dans une gaine épousant leur forme, fermée aux deux extrémités.

Le matériau composite de l'invention, dans sa gaine, est alors mis à la forme de l'attelle voulue sur un modèle en plâtre qui est une empreinte de la denture du patient.

Comme illustré aux figures 7 et 8, cette mise en forme peut être une mise en forme directe. Dans ce cas, le dentiste ou le prothésiste reçoit le matériau composite dans sa gaine et emballé dans un sachet qui le protège de la lumière (par exemple en aluminium afin d'éviter un début de photodurcissement).

Il choisit la préforme ou le profil et la longueur dont il a besoin. Après ouverture de l'emballage protecteur, le matériau composite de l'invention se présente par exemple comme un tube souple rempli de fibres imprégnées de résine non polymérisée et fermé aux deux extrémités.

Une extrémité de la gaine notée 3 en figure 7, contenant le matériau composite fibré non durci, est fixée par collage sur l'empreinte en plâtre notée 5 sur la figure 7, puis les fibres imprégnées de résine contenues dans la gaine 3 sont façonnées, sur l'empreinte 5, à la forme désirée.

Il peut être utile de percer légèrement la gaine pour créer un événement, la résine contenue pouvant ainsi s'écouler et donner de la souplesse.

Le matériau composite ayant été mis en forme, la résine au niveau de l'événement est photopolymérisée. Elle durcit et ne peut plus couler. L'ensemble empreinte 5 et matériau composite dans sa gaine est alors photopolymérisé dans une chambre de lumière de laboratoire puis thermdurci dans une enceinte à 100°C pendant le temps nécessaire pour terminer le durcissement. La gaine 3 est alors coupée, ôtée et l'attelle notée 6 en figure 8 dégagée de la gaine est prête à l'emploi. En effet, la polymérisation s'est déroulée avec le matériau composite dans sa gaine, aucune couche superficielle non polymérisée n'est présente. Il n'est donc pas nécessaire, comme avec le procédé et le matériau composite de l'art antérieur d'éliminer cette couche superficielle.

On peut réaliser également de cette façon, outre une attelle de contention, un renfort de bridge.

Bien entendu, ces éléments pourront être réalisés avec un matériau composite dont la résine 2 est différente de la résine Bis-GMA, par exemple une résine époxy.

35

EXEMPLE 2 : Fabrication d'attelles de contention par mise en forme indirecte

De la même façon que précédemment, le dentiste ou le prothésiste reçoit le
5 matériau composite dans sa gaine et emballé dans un sachet qui le protège de la
lumière afin d'éviter un début photopolymérisation. Il choisit la préforme ou le
profil de la longueur dont il a besoin.

Cependant, dans ce cas, comme représenté en figure 9, la maquette exacte
en relief, notée 7 en figure 9, de l'attelle de contention désirée est d'abord réalisée
10 en cire sur l'empreinte en plâtre 5' de la denture. Ensuite, une empreinte en creux
de l'attelle de contention à obtenir est réalisée par moulage de l'empreinte 5' munie
de la maquette en relief de l'attelle à obtenir dans un moule en silicone transparent
non durci. Le silicone transparent est alors durci, l'empreinte dégagée et la
maquette en relief en cire est éliminée du moule en silicone et de l'empreinte en
15 plâtre, par ébouillantage.

Le matériau composite de l'invention sous gaine est alors placé dans
l'empreinte en creux 8 du moule en silicone. Comme présenté en figure 10,
l'empreinte en plâtre 5' dont la maquette en relief 7 a été éliminée, est alors à
nouveau pressée dans l'empreinte en silicone 9, comportant le matériau composite
20 de l'invention dans l'empreinte en creux 8 de l'attelle à obtenir. Le matériau
composite de l'invention dans sa gaine est alors photopolymérisé à travers le
moule en silicone 9 puis dégagé du moule. Il est alors thermodurci. La gaine
transparente est ôtée. L'attelle est terminée.

On peut ainsi réaliser des attelles de contention en demi-jonc très
25 précisément adaptées, à partir d'une gaine ronde. On pourra également réaliser des
chapes de couronne avec des plaques préformées en cercle.

EXEMPLE 3 : Fabrication de renforts de bridges

30

Comme représenté en figure 4, un bridge est constitué a) de deux éléments
piliers notés 10 en figure 4, s'appuyant sur des dents usinées, notées 11 en
figure 4, présentes de chaque côté d'un secteur édenté et b) d'une partie, notée 12
en figure 4, appelée pontique remplaçant une ou plusieurs dents absentes.

Ensuite, la forme finale du bridge est obtenue en appliquant sur le renfort en matériau composite une partie cosmétique 13 en un matériau en composite cosmétique, cette dernière partie constituant l'anatomie et la couleur des dents piliers et de(s) la dent(s) absente(s), notée 14 en figure 4.

5 Pour la fabrication d'un bridge, il faut donc, au préalable fabriquer une armature ou renfort. Cette fabrication se fait comme expliqué pour l'attelle de contention à partir d'une empreinte en plâtre de la denture du patient.

Plus précisément les dents piliers 11 sont taillées en forme sensiblement conique afin de pouvoir insérer et désinsérer l'élément prothétique à obtenir.

10 Pour réaliser l'armature 10, 12, il faut au préalable recouvrir chaque dent 11 taillée d'une chape 10, les chapes 10 étant ensuite reliées entre elles par le tablier du pont 12. La réalisation de ces chapes 10 est complexe : elles doivent être entièrement entourées avec le matériau composite fibré, l'épaisseur du matériau composite fibré doit être faible au collet pour augmenter au sommet, et
15 la quantité de fibres doit être constante.

Il existe actuellement des tissus de fibres de verre imprégnées de résine sous forme de pastilles que l'on applique par pressage sur les dents taillées. Ce système présente deux inconvénients, il demeure un hiatus au collet des dents à cause de la viscosité de la résine 2 et d'autre part, le tissu de fibres 1 n'étant pas
20 contenu dans une enveloppe, l'épaisseur du renfort obtenu est irrégulière.

On peut aussi utiliser une mèche de fibres imprégnées de résine, mais les fibres comprimées à la surface et sur les angles de la dent taillée s'écartent sous l'effet de la pression et de plus, elles ne peuvent entourer toute la préparation.

Ces deux manières d'opérer avec un matériau visqueux et collant sont
25 difficiles à mettre en œuvre et donnent des résultats inconstants.

Avec le matériau de l'invention contenu dans une gaine, on peut fabriquer des chapes régulières et précises quelle que soit la forme du moignon des dents piliers 11 avec un parfait contrôle de leur épaisseur et de l'orientation des fibres. Ceci peut être effectué par la méthode de fabrication par mise en forme indirecte
30 comme décrit à l'exemple 2 ou méthode de la cire perdue, en utilisant l'ensemble préformes pour chapes 10 et profilé pour pontique 12, en les juxtaposant et en superposant certaines parties débarrassées de leur gaine, du matériau composite de l'invention, pour les souder l'une à l'autre, comme montré en figure 14.

Cependant, on pourra également utiliser le procédé de fabrication de
35 l'invention. Avec le procédé de l'invention, on pourra fabriquer des chapes 10

précises, entourant parfaitement les dents taillées et dont l'épaisseur, ainsi que l'orientation des fibres, sont contrôlées.

A cet effet, comme montré en figure 15, on utilise le matériau composite de l'invention comportant des fibres continues unidirectionnelles ou sous forme de tresses. Au moins une extrémité de la gaine sera coupée pour permettre la sortie des fibres imprégnées de résine et leur enroulement sur les dents piliers 11. Cette opération sera effectuée sur chacun des deux dents taillées ou plus précisément, sur l'empreinte en plâtre des deux dents taillées 11 du patient pour obtenir les chapes 10. Ensuite, la gaine contenant le matériau composite sera coupée à ses deux extrémités comme montré en figure 15 et l'on fabriquera, comme montré en figure 15, l'arche de renfort 12', pour fabriquer l'ébauche du pontique.

Dans ce procédé de fabrication, la gaine sert à manipuler le matériau composite de l'invention. Plus précisément, comme illustré en figure 11, on fabrique une réplique parfaite 14 en plâtre de la dent taillée en bouche. Cette réplique en plâtre 14 est munie d'une tige de fixation en métal notée 15 en figure 11 qui permet de la repositionner dans l'empreinte globale de la denture.

Cette empreinte 14, 15 est alors placée sur un dispositif mécanique, manuel ou électrique qui la fait tourner sur elle-même comme une bobine. Le dentiste ou le prothésiste peut alors enrouler les fibres de verre imprégnées de résine qui se dégagent de la gaine au fur et à mesure en tenant la gaine par la partie encore protégée par la gaine et en dévidant le matériau comme il le veut sur le modèle 14 de la dent taillée. Une plaque butoir 27 vient en butée contre la partie libre de la réplique 14, pour maintenir le matériau composite sur cette réplique 14. Quand le résultat est satisfaisant, le dentiste ou le prothésiste polymérise l'ensemble comme précédemment décrit.

Les chapes des piliers sont ensuite reliées entre elles par le renfort plus épais du pontique. On a auparavant dégagé les extrémités de la gaine pour permettre son collage aux chapes, comme montré en figure 15.

Ce pontique est réalisé comme décrit ci-dessus soit en direct à partir d'un profil adapté, soit par la méthode de la cire perdue et du moulage comme décrit pour les attelles de contention.

Un dispositif pour la mise en œuvre du procédé de l'invention particulièrement avantageux est un dispositif tel que représenté en figure 11.

Ce dispositif comprend un socle ou support noté 16 supportant une barre horizontale ou montant notée 17. La barre 17 est mobile d'avant en arrière et de gauche à droite sur le support 16. La barre 17 peut être fixée à la position voulue sur le support 16 par tout moyen de fixation approprié, tel que par exemple un
5 écrou de serrage 18, 18'.

Une première barre verticale ou montant, notée 19, est fixée, à son extrémité inférieure, par exemple par une vis de serrage 20, à une première extrémité de la barre 17 (à droite sur la figure 11). La barre verticale 19 est mobile par rapport à la barre 17 de gauche à droite et d'avant en arrière. Elle peut être
10 immobilisée en position sur cette barre horizontale 17 par la vis de serrage 20.

La barre verticale 19 supporte à son extrémité supérieure un dispositif noté 21 permettant la mise en rotation d'un axe rotatif noté 22 qui lui est fixé, l'axe rotatif 22 étant dans le prolongement du dispositif 21, et comportant un mors 23; 23', 23", 23''' permettant la fixation de l'empreinte 14, 15 de l'élément prothétique
15 à obtenir.

Le mors est tout dispositif permettant la préhension et la fixation de l'empreinte de l'élément prothétique à obtenir sur l'axe de rotation 22.

Il peut, comme représenté en figure 20, être un dispositif 23' comportant à une extrémité une partie creuse 50 permettant l'engagement en serrement de
20 l'extrémité 15 de l'empreinte et, à l'autre extrémité, une partie creuse 51 munie d'un moyen de fixation 52 tel qu'une vis pour la fixation du mors 23' sur l'axe de rotation 22.

Le mors peut également être, comme représenté en figure 21, un dispositif comportant à son extrémité 50' un dispositif 23" à mâchoires articulées permettant
25 la préhension et la fixation de l'extrémité 15 de la pointe de l'élément prothétique à obtenir, ainsi qu'un serrage, par exemple grâce à un écrou 53 et, à son autre extrémité, une partie creuse 51 munie d'un moyen de fixation 52 du mors 23" sur l'axe de rotation 22.

Le mors peut encore être, comme représenté en figure 22, un dispositif 23''' dont l'extrémité 50" comporte un cône sortant pour la fixation de l'extrémité 15 et
30 à l'autre extrémité le même dispositif 51, 52 que décrit pour les mors 23' et 23".

Une seconde barre verticale notée 24 est fixée, à son extrémité inférieure, par une vis de serrage 20', à l'extrémité restée libre de la barre horizontale 17 (à gauche sur la figure 11). La barre verticale 24 est mobile par rapport à la barre
35 horizontale 17 de gauche à droite et d'avant en arrière et peut être immobilisée sur

la barre horizontale 17 par la vis de serrage 20'. La barre verticale 24 supporte à son extrémité supérieure un dispositif 25 à roulement à billes recevant un axe horizontal noté 26. L'axe horizontal 26 tourne librement dans le dispositif 25 et peut coulisser de gauche à droite dans ce dispositif. L'axe horizontal 26 peut être
5 bloqué en translation mais pas en rotation par tout moyen approprié tel qu'un écrou 20".

L'axe horizontal 26 fait face à, et est aligné avec, l'axe rotatif 22 et porte à son extrémité faisant face à l'axe rotatif 22 une plaque butoir notée 27, 27', 27", 27''' perpendiculaire à l'axe horizontal 26. La plaque 27, 27', 27", 27''' et l'axe
10 rotatif 22 sont alignés pour permettre le positionnement entre eux de l'empreinte 14, 15, 14', 15', 14", 15" de l'élément prothétique à obtenir. La plaque 27, 27', 27", 27''' sert à maintenir en position l'empreinte 14, 15, 14', 15', 14", 15" de l'élément prothétique à obtenir, tout en maintenant le matériau au composite sur l'empreinte et permet la rotation de l'empreinte 14, 15, 14', 15', 14", 15" sur elle-même, grâce
15 à l'axe rotatif 22.

La plaque 27 peut être une plaque à faces parallèles comme représenté en figure 12 maintenant l'empreinte en place où, de préférence avoir un élément 28 en forme de cône pour permettre le centrage et l'engagement de l'empreinte de l'élément prothétique à obtenir, comme représenté en figure 13 où
20 elle est notée 27'. Elle peut également avoir la forme d'un cône tronqué 27" comme représenté en figure 18. Elle peut encore avoir la forme d'une demi-sphère 27''' comme représenté en figure 19.

Dans tous les cas, elle sera de préférence en un matériau élastiquement déformable, de qui permettra non seulement le blocage de l'empreinte et celui du
25 matériau composite sur l'empreinte, mais, également, cela permettra de recouvrir la quasi-totalité de l'empreinte 14, 14', 14".

En pratique, la plaque butoir 27 à faces parallèles en matériau élastiquement déformable sera de préférence utilisée, comme montré en figure 12 pour les empreintes 14, 15 des dents, telles que les incisives et les prémolaires. La
30 plaque butoir 27' sera de préférence utilisée, comme montré en figure 13, pour les empreintes 14", 15", des dents à large table occlusale, tout comme la plaque butoir 27", comme représenté en figure 18. La plaque butoir 27", comme représenté en figure 25, pourra, elle, être utilisée dans tous les cas, en fonction de son diamètre.

Avantageusement, la plaque butoir 27, 27', 27", 27''' sera en un matériau
35 non adhérent avec la résine 2, durcie ou non durcie.

L'axe rotatif 22 peut être mis en rotation grâce au dispositif 21 qui peut être un moteur électrique ou une manivelle.

Ainsi, avec le procédé et le dispositif de l'invention, on pourra réaliser les chapes des dents piliers ainsi que les pontiques pour les renforts de bridge.

5

EXEMPLE 4 : Fabrication de renforts de reconstitution coronoradiculaire dits tenons-intraradicaux.

10 Un tenon se compose, comme montré en figures 5 et 6 respectivement, d'une tige de fibres de verre enrobées dans une matrice de résine durcie.

Ce tenon 28, 28' est ensuite, comme représenté en figures 5 et 6, placé dans l'empreinte 30 en plâtre du moignon de la dent à reconstituer. Comme dans le cas du bridge, une résine en matériau composite cosmétique 13', 13'' est ensuite
15 appliquée sur le tenon pour donner la forme de la dent voulue. Lors de la fabrication de ces tenons intraradicaux et comme représenté en figure 5, la résine du matériau composant le tenon 28, peut être différente de la résine cosmétique 13' de reconstitution. On parle alors de restauration hétérogène. Cependant, dans un tel cas, il y a des risques de décoalescence entre la résine
20 cosmétique 13' de reconstitution et la résine du tenon 28.

Il est donc particulièrement avantageux dans le cadre de l'invention, d'utiliser, comme représenté en figure 6, un matériau composite cosmétique et un matériau composite fibré selon l'invention ayant tous deux comme résine, une résine Bis-GMA. En effet, le tenon 28' est alors en un matériau composite dont la
25 résine est identique à la résine cosmétique 13'. Cela permet de réaliser une reconstitution sur mesure, monolithique et homogène dont les éléments adhèrent chimiquement les uns aux autres, ce qui est un grand avantage par rapport aux tenons et produits associés de nature hétérogène susceptibles de se désolidariser comme représenté en figure 5.

30 En résumé, l'invention propose un matériau composite fibré contenu dans une gaine ou une enveloppe qui lui donne la forme désirée. De préférence, les fibres du matériau composite fibré sont des fibres de verre à base de zircone qui présentent des qualités très supérieures à celles des fibres de verre classique, résistantes aux agents de corrosion acides et alcalins, à l'hydrolyse en milieu
35 humide et qui ont de meilleures propriétés mécaniques, une plus grande résistance

à la fatigue et qui peuvent être travaillées sans danger pour la santé humaine. La matrice en résine est le plus avantageusement une résine Bis-GMA de même nature que la résine de scellement servant à coller l'élément prothétique et le matériau cosmétique de reconstitution. En effet, il y a alors une véritable adhésion chimique entre l'élément prothétique et les composites cosmétiques qui lui sont adjoints et on obtient donc une restauration homogène sans risque de désolidarisation.

Le mode de fabrication et la présentation du matériau composite de l'invention plus particulièrement dans une gaine transparente permet d'obtenir des profilés et des préformes variés qui peuvent être utilisés tels quels ou transformés à la demande, et qui permet leur photopolymérisation à l'abri de l'oxygène, ce qui renforce leur résistance à la corrosion et enfin simplifie la manipulation de ces composites et leur usinage final.

En effet, dans tous les procédés de fabrication de l'invention, l'élément prothétique obtenu peut ensuite être, si nécessaire, usiné pour le polir et parfaire sa forme finale.

Le matériau composite de l'invention est moins sensible à la corrosion, plus facile à mettre en œuvre et donc plus économique que les métaux utilisés jusqu'à présent. Il a de plus un meilleur rendu que les composites dentaires microchargés dont leurs propriétés mécaniques sont insuffisantes. L'invention apporte donc une solution à ce problème et ouvre la voie à une prothèse plus esthétique, plus abordable financièrement que la prothèse classique en céramique sur métal.

De plus, le comportement mécanique des matériaux composites fibrés aux modules d'élasticité plus proches que celui de la dent, les rend moins fragiles que le métal ou la céramique qui transmettent immédiatement et intégralement les forces en augmentant les risques de fractures des dents restaurées.

Les renforts en matériau composite fibré de l'invention sont un juste milieu entre les impératifs de solidité, de durabilité et d'esthétique des prothèses dentaires et permet des traitements moins lourds sur les plans mécaniques aussi bien que financiers.

Bien entendu l'invention n'est nullement limitée aux modes de réalisations décrits et illustrés qui n'ont été donnés qu'à titre d'exemples. Ainsi, bien que l'invention ait été décrite dans les exemples en référence à des éléments prothétiques dentaires, tout autre élément prothétique pourra être fabriqué avec le

matériau composite de l'invention, en raison de sa biocompatibilité avec le corps humain.

De plus, comme on l'a vu, il pourra être utilisé dans d'autres domaines de l'industrie, tel que par exemple pour fabriquer des profilés de formes complexes, tels que des ressorts fibrés ou des armatures de soutiens-gorge.

5 C'est dire que l'invention comprend tous les équivalents techniques des moyens décrits ainsi que leurs combinaisons si celles-ci sont effectuées selon son esprit.

REVENDICATIONS

1. Matériau composite du type comprenant des fibres (1) imprégnées d'une résine (2) durcissable par application d'au moins une contrainte, les fibres (1) étant sous la forme de fibres unidirectionnelles, parallèles ou de mèches ou de torsades ou de tresses ou de rubans tissés ou non tissés, ou de plaques de fibres tissées ou non tissées, et étant enveloppées dans une gaine (3) en un matériau souple pour permettre la mise en forme de la gaine contenant les fibres (1) imprégnées de résine (2) à la forme d'un objet à obtenir, caractérisé en ce que la gaine (3) :
- maintient et comprime les fibres (1) imprégnées de résine (2) non durcie à la forme voulue,
 - est fermée après introduction des fibres (1) imprégnées de résine (2) non durcie et,
 - est en un matériau étanche à l'air.
2. Matériau composite selon la revendication 1, caractérisé en ce que les fibres (1) sont sélectionnées dans le groupe consistant en les fibres de verre, les fibres de quartz, les fibres de silice, les fibres d'aramide, les fibres de kevlar, les fibres de polyéthylène, les fibres de carbone et les mélanges de celles-ci.
3. Matériau composite selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que les fibres (1) sont des fibres de verre à base d'oxyde de zirconium.
4. Matériau composite selon la revendication 3, caractérisé en ce que le verre constituant les fibres (1) contient entre 16,8 % et 17,1 % en poids d'oxyde de zirconium par rapport au poids total du verre.
5. Matériau composite selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la résine durcissable (2) est une résine durcissable par application de chaleur et/ou de lumière.
6. Matériau composite selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la résine durcissable (2) est de la résine Bis-GMA.

7. Matériau composite selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il contient entre 40 % et 80 % en volume de fibres (1) par rapport au volume total des fibres (1) et de la résine durcissable (2).

5 8. Matériau composite selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la gaine (3) est en un matériau polymérique transparent.

10 9. Matériau composite selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la gaine (3) est en un matériau polymérique résistant à une température supérieure à environ 140°C.

15 10. Matériau composite selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la gaine (3) est en un matériau thermorétractable.

20 11. Matériau composite selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il est de plus enveloppé dans un emballage en un matériau étanche à la lumière.

12. Utilisation du matériau composite selon l'une quelconque des revendications précédentes pour la fabrication d'éléments prothétiques, notamment dentaires.

25 13. Procédé de fabrication d'éléments prothétiques, notamment dentaires caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- a) mise à la forme de l'élément prothétique à obtenir du matériau composite selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, dans sa gaine (3),
- b) durcissement de la résine (2) par application de la (des) contrainte(s) appropriée(s), à travers la gaine (3),
- 30 c) enlèvement de la gaine (3), et
- d) optionnellement usinage de l'élément prothétique ainsi obtenu.

35 14. Procédé de fabrication d'éléments prothétiques, notamment dentaires, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- a) placement de l'empreinte de l'élément prothétique à obtenir sur un axe rotatif,
- b) coupe d'au moins une extrémité de la gaine (3) du matériau composite selon l'une quelconque des revendications 1 à 11,
- c) enroulement, sur l'empreinte de l'élément prothétique à obtenir, des fibres (1) imprégnées de résine (2) sortant de l'extrémité coupée de la gaine, par rotation de l'axe rotatif, jusqu'à obtention de la forme voulue de l'élément prothétique à obtenir,
- d) durcissement de la résine (2) par application de la (des) contrainte(s) appropriée(s), sur l'empreinte,
- e) séparation de l'élément prothétique ainsi obtenu et de l'empreinte, et
- f) optionnellement usinage de l'élément prothétique ainsi obtenu

15. Dispositif pour la fabrication d'éléments prothétiques, notamment dentaires caractérisé en ce qu'il comprend :

- un socle ou support (16) supportant une barre horizontale (17), la barre (17) étant mobile d'avant en arrière et de gauche à droite sur le support (16) et pouvant être fixée sur ce support (16), par une vis de serrage (18, 18'),
- une première barre verticale (19), fixée à son extrémité inférieure par une vis de serrage (20) à une première extrémité de la barre horizontale (17) et mobile par rapport à celle-ci de gauche de droite et d'avant en arrière, et pouvant être immobilisée sur la barre horizontale (17) par la vis de serrage (20'), cette première barre verticale (19) supportant à son extrémité supérieure un dispositif (21) permettant la mise en rotation d'un axe rotatif (22) qui lui est fixé, l'axe rotatif (22) étant dans le prolongement du dispositif (21) et étant muni d'un mors (23) pour fixer de façon amovible l'empreinte (14, 15, 14', 15', 14'', 15'') de l'élément prothétique à obtenir, sur l'axe de rotation 22,
- une seconde barre verticale (24) fixée à son extrémité inférieure par une vis de serrage (20') à la seconde extrémité de la barre horizontale (17), et mobile par rapport à celle-ci de gauche à droite et d'avant en arrière et pouvant être immobilisée sur la barre horizontale (17) par la vis de serrage (20''), cette seconde barre verticale (24) supportant à son extrémité supérieure un dispositif (25) à roulement à billes recevant un axe horizontal (26) à rotation libre dans le dispositif (25), l'axe horizontal (26) portant à son extrémité faisant face à l'axe rotatif (22), une plaque butoir (27, 27', 27'', 27''') perpendiculaire à l'axe horizontal (26) et à son autre extrémité un dispositif (20'') de blocage permettant le blocage

de l'axe horizontal (26) mobile d'avant en arrière dans le dispositif (25) à roulement à billes, à la position voulue,

- la plaque (27, 27', 27'', 27''') et l'axe rotatif (22) étant alignés pour permettre le positionnement entre eux de l'empreinte (14, 15, 14', 15', 14'', 15'') de l'élément prothétique à obtenir et l'axe rotatif (22) portant à son extrémité un mors (23, 23', 23'', 23''') pour tenir cette empreinte (14, 15, 14', 15', 14'', 15'') par la partie 15, 15', 15'', 15''',

16. Dispositif selon la revendication 15, caractérisé en ce que la plaque butoir (27) est une plaque à faces parallèles.

17. Dispositif selon la revendication 16, caractérisé en ce que la plaque (27') comporte un élément de centrage (28) en forme de cône sortant pour permettre le positionnement de l'empreinte de l'élément prothétique à obtenir.

15

18. Dispositif selon la revendication 15, caractérisé en ce que la plaque butoir (27'') a une forme de tronc de cône.

19. Dispositif selon la revendication 15, caractérisé en ce que la plaque butoir (27''') a la forme d'une demi-sphère.

20. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 15 à 19, caractérisé en ce que la plaque butoir (27, 27', 27'', 27''') est en un matériau élastiquement déformable.

25

21. Utilisation du matériau composite selon l'une quelconque des revendications 1 à 11 pour la fabrication d'armatures de bonnets de soutiens-gorge.

22. Armatures de soutiens-gorge, caractérisées en ce qu'elles sont constituées du matériau composite selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, durci.

23. Procédé de fabrication du matériau composite selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, caractérisé en ce qu'il comprend l'introduction par

35

extrusion sous pression des fibres (1) imprégnées de résine (2) durcissable non durcie dans la gaine (3) et le soudage des extrémités ouvertes de la gaine (3) par agrafage ou thermosoudage.

- 5 24. Procédé de fabrication du matériau composite selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :
- a) introduction dans une extrémité de la gaine (3) d'une portion d'un tube rigide creux (41) ayant une section externe sensiblement égale à la section interne de la gaine (3), l'autre portion du tube (41) sortant de la gaine (3),
- 10 b) fixation du tube (41) dans la gaine (3) par tout moyen approprié (42),
- c) introduction dans la gaine (3), par le tube (41) d'un tire-fibres (40), le tire-fibres (40) ayant une longueur supérieure à la longueur de la gaine (3) et du tube (41) et sortant à une extrémité de la gaine (3) et à l'autre extrémité du tube (41), le tire-fibres (40) ayant une section lui permettant de coulisser
- 15 librement dans la gaine (3) et le tube (41),
- d) fixation de l'extrémité libre du tire-fibres (40) sortant de la gaine (3) à une extrémité du faisceau de fibres (1) à introduire dans la gaine (3),
- e) imprégnation des fibres (1) avant leur entrée dans la gaine (3) avec la résine durcissable non durcie (2),
- 20 f) introduction des fibres (1) imprégnées de résine (2) dans la gaine (3) par traction sur l'extrémité libre du tire-fibres (40) sortant du tube (41),
- g) coulissement de la gaine (3), pendant l'introduction des fibres (1) imprégnées de résine (2) dans un élément creux (45) dont la section interne a la forme et les dimensions de la section externe du matériau composite dans sa gaine, non
- 25 durci, à obtenir.

25. Procédé selon la revendication 24, caractérisé en ce que la gaine (3) est en un matériau thermorétractable et en ce qu'il comprend de plus, après l'étape f) et avant, en même temps, ou après l'étape g), une étape de chauffage de
- 30 la gaine (3).

1/6

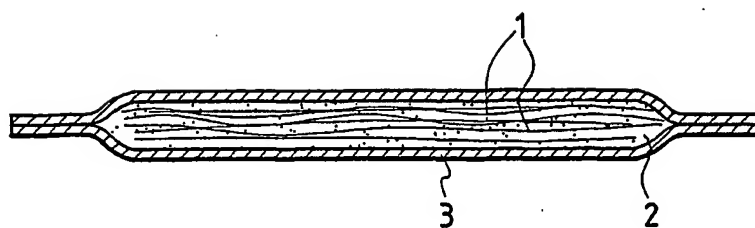


FIG. 1

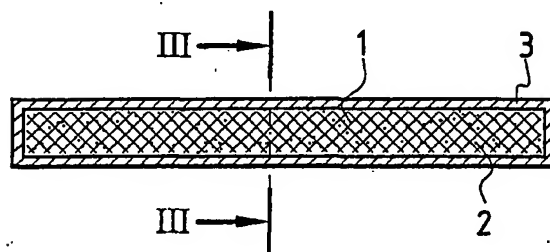


FIG. 2

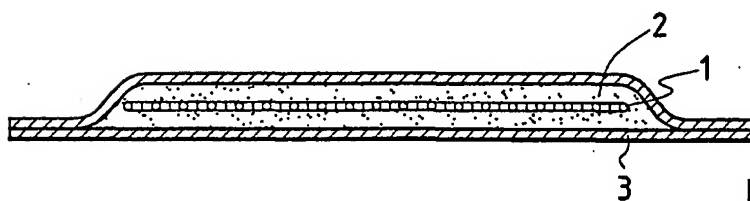


FIG. 3

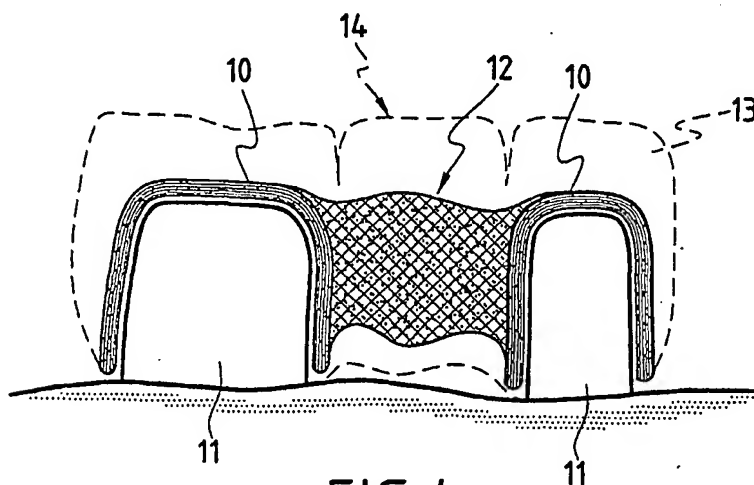


FIG. 4

2/6

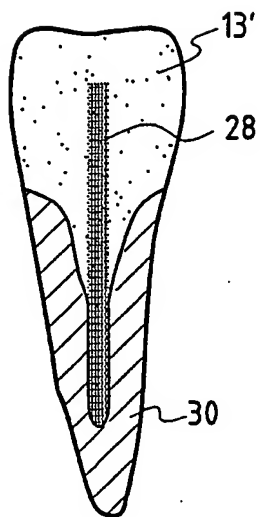


FIG. 5

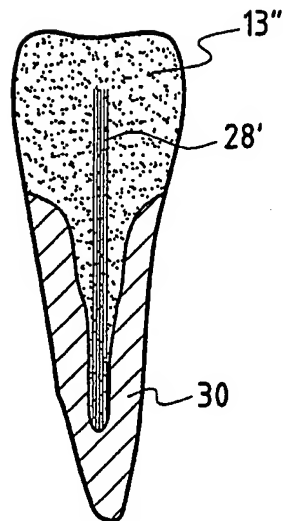


FIG. 6

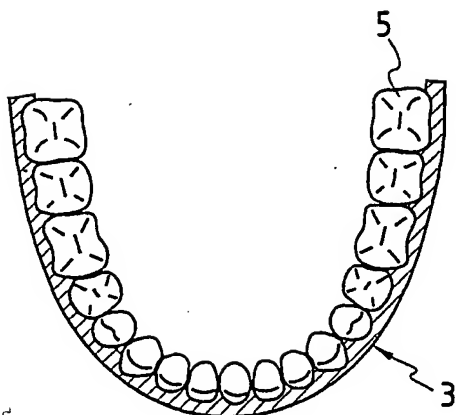


FIG. 7

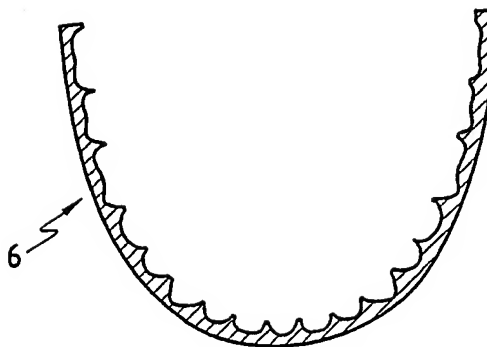


FIG. 8

3/6

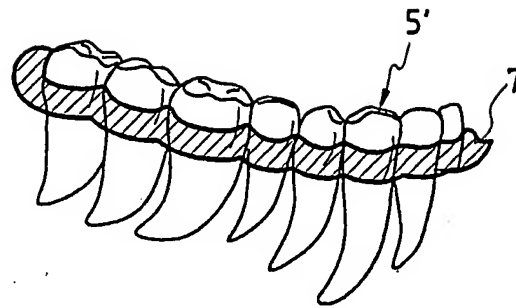


FIG. 9

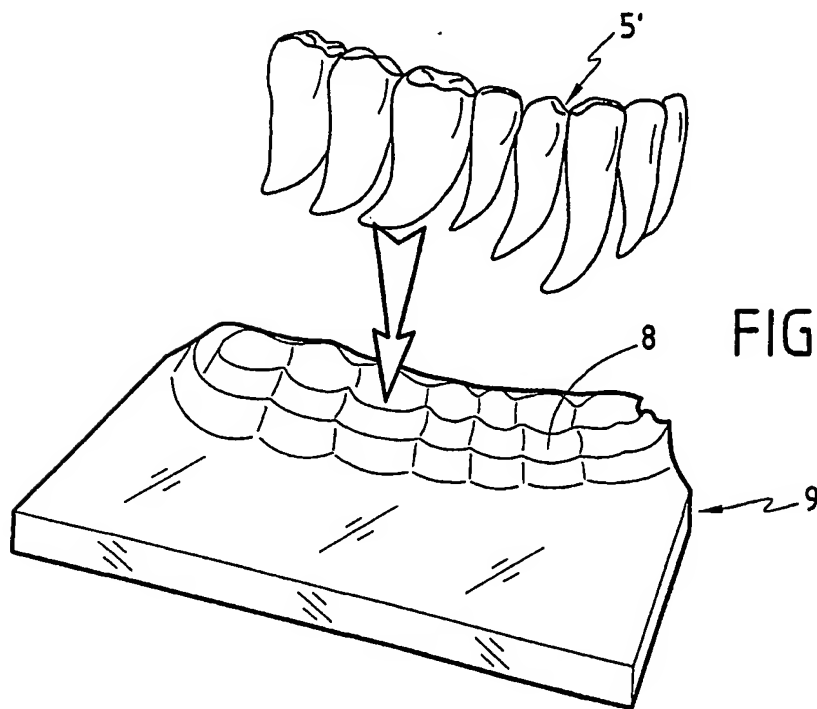


FIG. 10

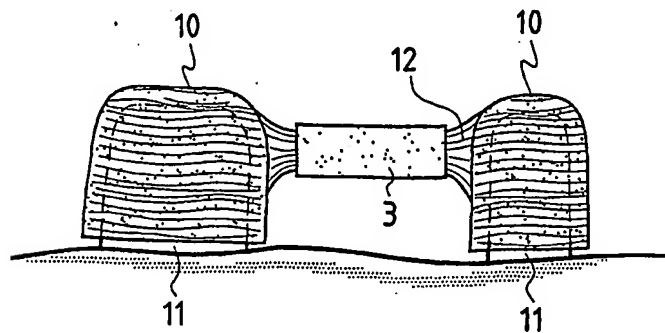


FIG. 14

4/6

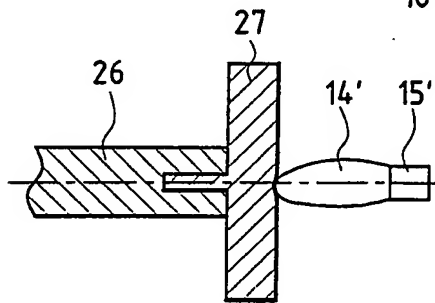
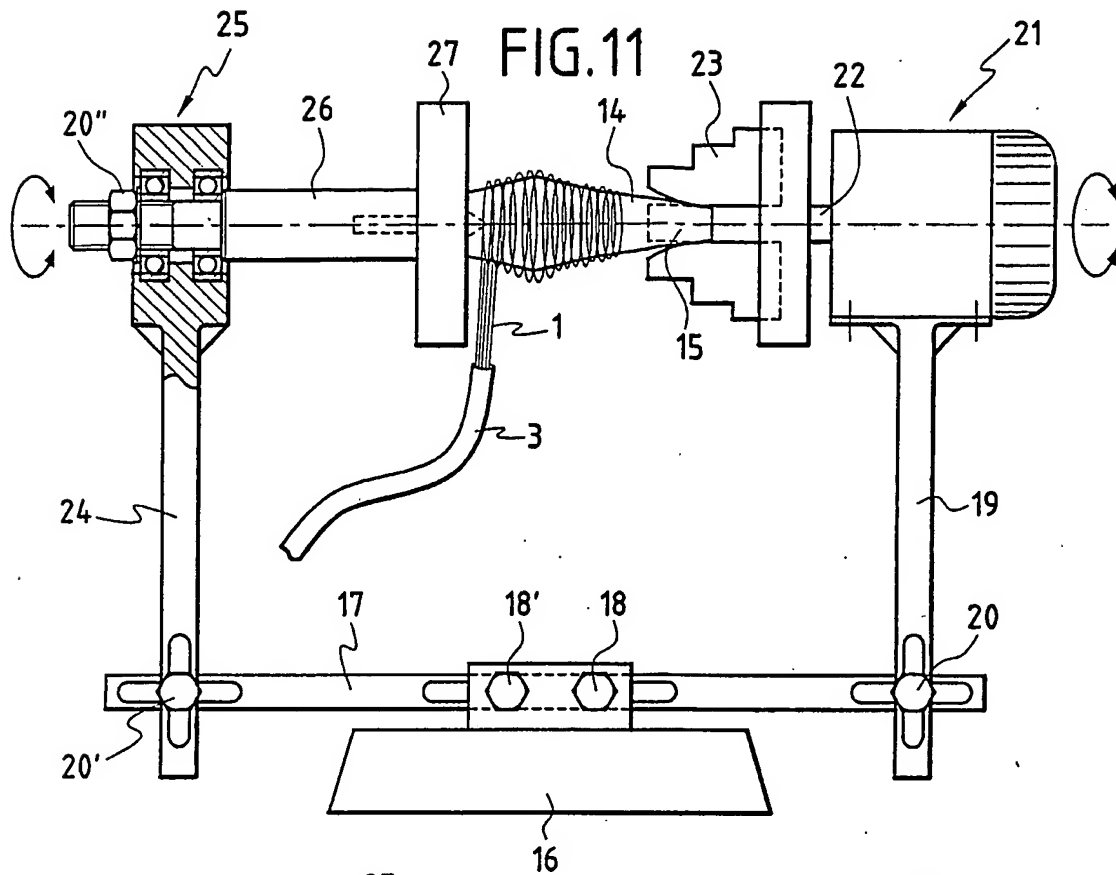


FIG.12

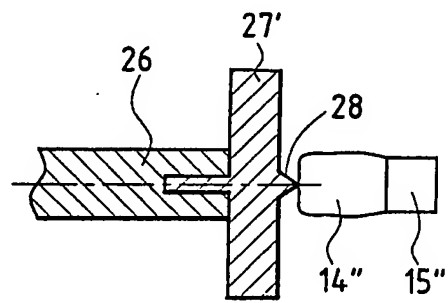


FIG.13

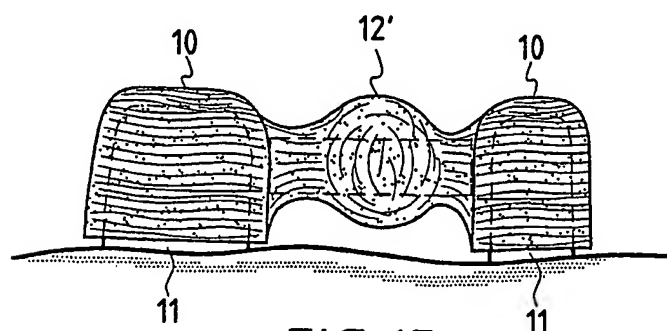


FIG.15

5/6

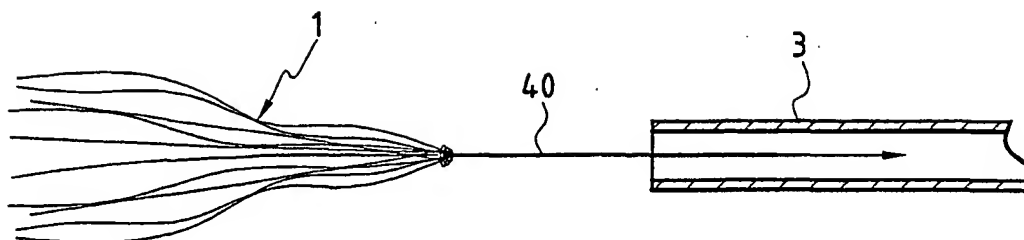


FIG. 16

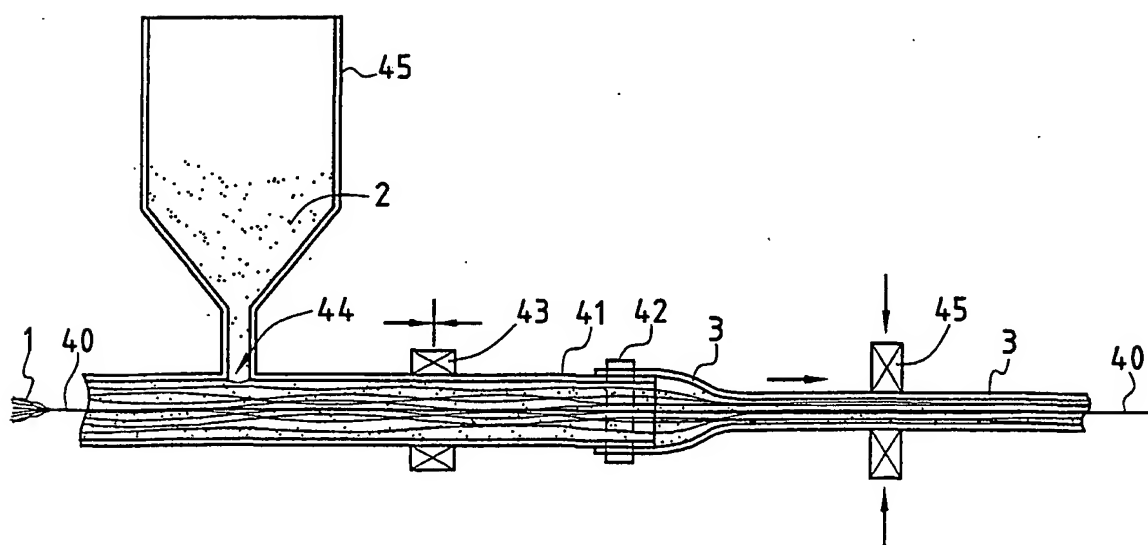


FIG. 17

6/6

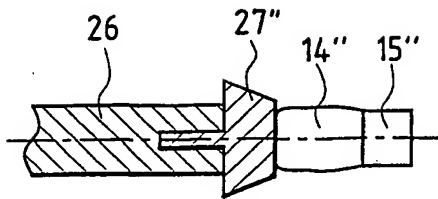


FIG. 18

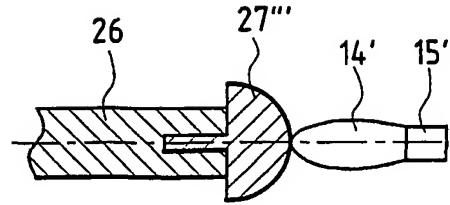


FIG. 19

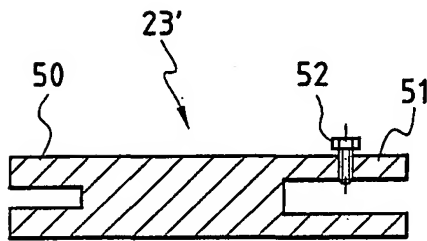


FIG. 20

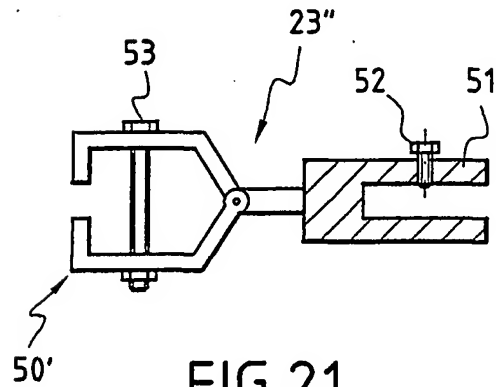


FIG. 21

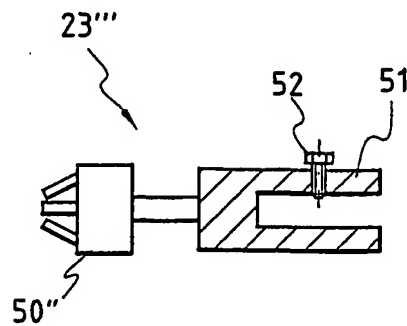


FIG. 22